

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-236123

(P2000-236123A)

(43)公開日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/107

H 0 1 L 41/08

A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-36904

(22)出願日

平成11年2月16日(1999.2.16)

(71)出願人

000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者

朝日 俊行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(72)発明者

奥山 浩二郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74)代理人

100086737

弁理士 岡田 和秀

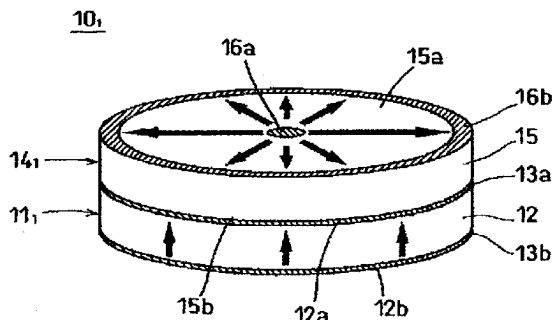
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電トランス、圧電トランスの製造方法および圧電トランスの駆動方法

(57)【要約】

【課題】 破壊強度に対する安全率を高めて耐電力性の向上させ、破壊しにくい圧電トランスを提供する。

【解決手段】 駆動部11iと発電部14iとが互いに同軸に重ね合わされており、駆動部11iは、厚み方向に分極されるとともに、その厚み方向で対向する主平面12a、12b上にそれぞれ電極13a、13bが形成され、また、発電部14iは、径方向に分極されるとともに、その中央部と外周部とにそれぞれ電極16a、16bが形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動部と発電部とが互いに主平面上で重ね合わされており、前記駆動部と発電部の内、一方側は厚み方向に分極されるとともに、その厚み方向で対向する主平面上にそれぞれ電極が形成され、また、他方側は径方向に分極されるとともに、その中央部と外周部とに電極が形成されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】 前記駆動部と前記発電部は絶縁層を介して重ね合わされていることを特徴とする請求項1に記載の圧電トランス。

【請求項3】 前記主平面の形状は、実質的に、円、または多角形、もしくは円および多角形から円、または多角形を打ち抜いた図形のいずれかであることを特徴とする請求項1または請求項2記載の圧電トランス。

【請求項4】 前記駆動部および発電部の内の少なくとも一方は、圧電セラミックでできていることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の圧電トランス。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電トランスを製造する方法であって、前記駆動部と発電部の内、一方側を厚み方向に、他方側を径方向に分極する分極工程と、前記分極工程後に前記駆動部と発電部とを互いに主平面上で重ね合わせて積層する積層工程と、を含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法。

【請求項6】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電トランスを製造する方法であって、前記駆動部と発電部とをグリーンシートにより作成して積層する積層工程と、前記積層工程の後に前記駆動部と発電部とを焼結する焼結工程と、前記焼結工程後に駆動部と発電部の内、一方側を厚み方向に、他方側を径方向に分極する分極工程と、を含むことを特徴とする圧電トランスの製造方法。

【請求項7】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電トランスにおいて、前記駆動部を広がり振動モードで駆動することを特徴とする圧電トランスの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、液晶ディスプレイのバックライト用インバータなどの電力変換装置に用いられる圧電トランス、圧電トランスの製造法および圧電トランスの駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電トランスは、入力した電気エネルギーを逆圧電効果によって、機械エネルギー(振動)に変換し、その機械エネルギーを再び圧電効果によって電気エネルギーに変換することで、電圧の昇圧または降圧を行っている。

【0003】 圧電トランスの一例として、現在、最も一般的な構成とされているローゼン型圧電トランスの構成を図8に示す。

【0004】 このローゼン型圧電トランスは、たとえばPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)セラミック等でできた平板状の圧電体40を有し、この圧電体40の長手方向の中央よりも図中の左半分が駆動部41とされ、図中の右半分が発電部42とされる。

【0005】 そして、駆動部41は、圧電体40の主平面上に、例えば銀焼き付けなどにより、入力電極43および共通電極45が形成されていて、図中矢印で示すように、厚み方向に分極されている。また、発電部42は、圧電体40の端部に出力電極44が形成されており、図中矢印で示すように、長軸方向に分極されている。

【0006】 このように形成された圧電トランスにおいて、入力電極43と共通電極45との間に交流電気信号を印可すると、逆圧電効果によって圧電体40の軸方向に沿って伸び振動が発生する。この機械振動により、振動方向にある発電部42は、その応力を受けて圧電効果によって出力電極44と共通電極45との間に駆動部41と発電部42のインピーダンスの比に対応した高電圧が発生し、電気振動として取り出される。印可される交流電気信号の周波数を圧電素子40の長軸方向の伸び振動の共振周波数近傍とすることにより、強い機械振動が得られる。

【0007】 ところで、現在、このローゼン型の圧電トランスは、液晶ディスプレイのバックライトとしての冷陰極管を発光させるインバータとしてよく用いられているが、液晶画面サイズの増加に伴い、冷陰極管の電力も増加の傾向にある。

【0008】 圧電トランスは、電磁トランスと比較して、①一層大きな電力密度で使用できるので小型化に適している、②不燃化が図れる、③電磁誘導によるノイズが減少する、といったメリットを持っている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 従来のローゼン型圧電トランスの振動モードは、長軸方向の伸び振動なので、振動によって発生する力は長軸方向と垂直な小さな面に応力として作用している。

【0010】 また、駆動部41と発電部42との境界部分は、分極の反転層となっていて強度的に弱く破壊しやすい。

【0011】 近年の液晶パネルの大型化に伴い、大きな駆動電力を得るためには振動(応力)も大きくなっており、破壊強度の向上が求められている。

【0012】 本発明は、以上のような問題点に着目し、破壊しにくい構造の圧電トランス、圧電トランスの製造法および圧電トランスの駆動方法を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、次のようにしている。

【0014】第1の発明では、駆動部と発電部とが互いに主平面上で重ね合わされており、前記駆動部と発電部の内、一方側は厚み方向に分極されるとともに、その厚み方向で対向する主平面上にそれぞれ電極が形成され、また、他方側は径方向に分極されるとともに、その中央部と外周部とに電極が形成されている。これにより、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる。

【0015】第2の発明では、第1の発明において、駆動部と前記発電部は絶縁層を介して重ね合わされている。これにより、駆動部と発電部を電気的に分離でき、駆動部と発電部とを異なる電位で作動することができる。

【0016】第3の発明では、第1または第2の発明において、主平面の形状は、実質的に、円、または多角形、もしくは円および多角形から円、または多角形を打ち抜いた図形のいずれかであることを特徴としている。これにより、振動モードが均一になり、効率のよい圧電トランスを提供できる。また、形状を多角形、または、多角形から円または多角形を打ち抜いた図形、特に正方形、正六角形とすることで、切断による加工が容易となり、生産性が向上する。

【0017】第4の発明では、第1ないし第3のいずれかの発明において、駆動部および発電部の内の少なくとも一方は、圧電セラミックでできていることを特徴としている。これにより、圧電定数が大きく、安価な圧電トランスと提供することができる。

【0018】第5の発明では、第1ないし第4のいずれかに記載の発明に係る圧電トランスを製造する方法であって、前記駆動部と発電部の内、一方側を厚み方向に、他方側を径方向に分極する分極工程と、前記分極工程後に前記駆動部と発電部とを互いに主平面上で重ね合わせて積層する積層工程とを含む。これにより、圧電特性や強度特性はよいが、焼結温度が高く、グリーンシートの積層法が使えない圧電材料においても圧電トランスが製造でき、電極材料などの制限が緩和される。

【0019】第6の発明では、第1ないし第4のいずれかに記載の発明に係る圧電トランスを製造する方法であって、前記駆動部と発電部とをグリーンシートにより作成して積層する積層工程と、前記積層工程の後に前記駆動部と発電部とを焼結する焼結工程と、前記焼結工程後に駆動部と発電部の内、一方側を厚み方向に、他方側を径方向に分極する分極工程とを含む。これにより、駆動部または発電部の積層が容易になり、一体に焼結できるため、製造が容易になる。

【0020】第7の本発明では、第1ないし第4のいずれかに記載の発明に係る圧電トランスにおいて、前記駆動部を広がり振動モードで駆動することを特徴としてい

る。これにより、高い結合係数を利用でき、昇圧比を向上できる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0022】(実施形態1)図1は本発明の実施形態1に係る圧電トランスの斜視図である。

【0023】この実施形態1の圧電トランス101は、昇圧用のもので、共に円板状をした駆動部111と発電部141とを有し、両者111、141が上下に重ね合わされた状態で接着剤などにより一体的に接合されて構成されている。

【0024】下側の駆動部111は、PZT系のセラミックからなる円板状の圧電体12を有する。なお、圧電体12としては、 LiNO_3 等の圧電体単結晶を使用することもできる。そして、この圧電体12の上下の両主平面12a、12b上には電極13a、13bが形成されている。

【0025】また、上側の発電部141は、駆動部111と同じ材質でかつ同径の圧電体15を有し、この圧電体15の上下の主平面15a、15bの内、駆動部111から離れた上側の主平面15a上の中央部と外周部とにそれぞれ電極16a、16bが形成されている。そして、駆動部11の両主平面12a、12b上の各電極13a、13bは入力電極となり、また、発電部141の上側の主平面15a上の各電極16a、16bは出力電極となる。

【0026】上記の各電極13a、13b、16a、16bは、たとえば、クロム-金を蒸着することにより形成される。さらに、駆動部111の圧電体12は厚み方向に、発電部141の圧電体15は径方向にそれぞれ分極されている。図1中の矢印は各分極軸の方向を表している。

【0027】この構成の圧電トランス101は、駆動部111に電気信号を入力して駆動部111を広がり振動モードで振動させて機械振動に変換する。このとき駆動部111に対して発電部141は一体に結合されているため、駆動部111の振動に伴って発電部141も径方向に振動するが、発電部141は径方向に分極されているため、この機械的な振動が発電部141で再び電気信号に変換されて昇圧が行なわれる。

【0028】ここで、図8に示したような従来のローゼン型トランスでは、駆動部41で発生した振動が伝搬する方向に発電部42を設けた構成になっているが、図1に示すこの実施形態1の圧電トランス101は、駆動部111の上に同じ外径の発電部141が積層されているため、駆動部111が広がり振動モードで振動するときの径方向の伸縮(振動)が発電部141に対して面として伝搬される。また、このときの駆動部111の振動方向が径方向なので、強度的に弱い分極の境界層(面)の方向と

は一致しない。

【0029】図8に示した従来のローゼン型圧電トランスが圧電体40の軸方向の中央部で破壊した理由は、入モードの時は、圧電体40の入出力部の中央部が応力最大の点となるためである。

【0030】これに対して、この実施形態1の圧電トランス10_iは、駆動部11_iが径方向に振動すると、発電部14_iはその中央部に応力が集中するが、ローゼン型と比較すると応力が径方向に分散されて破壊することがない。

【0031】この実施形態1の圧電トランス10_iを製作するには、具体的には、たとえば次の手順により行う。

【0032】まず、駆動部11_iおよび発電部14_iとなるべき2つの円板状の圧電体12、15を焼結後、研磨を行ってφ16mm、厚さ0.5mmの外形状に形成する。

【0033】次に、一方の圧電体12の両主平面12a、12b上に電極13a、13bをそれぞれ形成して駆動部11_iとする。また、他方の圧電体15の一方の主平面15a上の中央部と外周部にそれぞれ電極16a、16bを形成して発電部14_iとする。その場合の各電極形成は、クロム一金を蒸着することにより行う。

【0034】そして、駆動部11_iの圧電体12は厚み方向に、発電部14_iの圧電体15は径方向にそれぞれ分極した後、この駆動部11_iと発電部14_iとを接着剤を用いて主平面12a、15b同士が重なるように積層する。

【0035】このようにして製作した圧電トランス10_iは、全体の外形がφ16mm、厚さは1mmとなる。そして、この圧電トランス10_iを円板の径方向に振動で駆動したときの共振周波数は約14.5kHzである。

【0036】次に、この実施形態1の圧電トランス10_iの特性を調べるために、以下の実験を行った。その際、比較のために従来のローゼン型圧電トランスも同体積となるように長さ20mm、幅10mm、厚み1mmで製作した。入力電極43、出力電極44、共通電極45はクロム一金を蒸着することにより作成した。ローゼン型トランスは長軸方向の伸び振動の入モードで駆動し、共振周波数は15.0kHzである。

【0037】ここで、破壊強度を調べるために、共振周波数で駆動し、印可電力を徐々に増やしていき、圧電トランスが破壊するまで振動速度を増大させる実験を行った。

【0038】その結果、ローゼン型トランスは印可電力が19Wになったとき、出力部の中央部で破壊した。一方、この実施形態1の圧電トランス10_iは、50Wの印加時にも破壊は見られず、耐電力が約2.5倍以上になっていることが確認できた。

【0039】次に、この実施形態1の圧電トランス10

10

20

30

40

1において、その出力電極16a、16b間に10kΩの負荷抵抗をつけた時の効率および昇圧比の周波数特性を図2に示す。図2で実線で示す曲線が効率を示し、破線の曲線が昇圧比を示している。図2から分かるように、共振周波数が14.5kHzの時、効率9.5%、昇圧比は21.2倍であった。

【0040】なお、この実施形態1の圧電トランス10_iでは、駆動部11_iの圧電体12は厚み方向に、発電部14_iの圧電体15は径方向に分極しているが、これとは逆に、駆動部11_iの圧電体12を径方向に、発電部14_iの圧電体15を厚み方向にそれぞれ分極した構成としても同じ効果が得られる。また、この実施形態1では圧電トランス10_iを昇圧用として使用しているが、降圧を目的として設計してもよい。

【0041】(実施形態2)図3は本発明の実施形態2に係る圧電トランスの斜視図であり、図1に示した実施形態1における圧電トランス10_iと対応する部分については、同一の符号を付す。

【0042】この実施形態2の圧電トランス10_zは、昇圧用のもので、駆動部11_iと発電部14_zとを有し、両者11_i、14_zが絶縁層18を介して上下に重ね合わされた状態で一体的に接合されている。

【0043】ここで、駆動部11_iの構成は実施形態1の場合と同じであって、円板状の圧電体12の両主平面12a、12b上に入力電極となる電極13a、13bが形成されている。

【0044】一方、発電部14_zは、圧電体15の中央が円形に打ち抜かれてリング状になっており、この圧電体15の内周面と外周面とにそれぞれ電極17a、17bが形成されて、これが出力電極とされる。そして、この実施形態2の場合も、駆動部11_iの圧電体12は厚み方向に、発電部14_zの圧電体15は径方向にそれぞれ分極されている。図3中の矢印は各分極軸の方向を表している。

【0045】また、絶縁層18は、駆動部11_iと発電部14_zとの間に介在されることで入力電極13aと出力電極17bとの間を電氣的に確実に分離して放電が起こりにくくしている。この絶縁層18は、駆動部11_iや発電部14_zと同じ材質のセラミックで作られているが、分極処理は行なわれていない。絶縁層18をこのようなセラミックとすることにより、駆動部11_iや発電部14_zの各圧電体12、15と同じ工程によって焼成できるため、製造が容易となる。また、この絶縁層18として駆動部11_iや発電部14_zの各圧電体12、15と同じ材質のものを使用すれば、熱膨張性などの特性が同じになるため、熱歪みの影響を受けないために有利である。なお、絶縁層18としては、接着剤そのものを使用することもできる。絶縁層18を接着剤とすれば、発電部11_iと駆動部14_zとの機械的な接合と電氣的な分離とが同時に達成できる利点がある。

【0046】この実施形態の圧電トランス10₂を製作するには、具体的には、たとえば次の手順により行う。

【0047】まず、駆動部11₁および発電部14₂となるべき2つの円板状の圧電体12、15を焼結後、研磨を行ってφ16mm、厚さ0.5mmの外寸法に形成する。

【0048】次に、一方の圧電体12の両主平面12a、12b上に電極13a、13bをそれぞれ形成して駆動部11₁とする。また、他方の圧電体15については、中心部にφ3mmの穴を打ち抜いてリング状の外寸法とした。そして、この圧電体15の内周面と外周面にそれぞれ電極17a、17bを形成して発電部14₂とする。その場合の各電極形成は、クロム一金を蒸着することにより行う。

【0049】そして、駆動部11₁の圧電体12は厚み方向に、発電部14₂の圧電体15は径方向にそれぞれ分極する。また、絶縁層18として、上記の圧電体12、15と同じ材質のセラミックを用いてφ16mm、厚さ0.2mmのものを作成した。

【0050】次に、駆動部11₁と発電部14₂との間に絶縁層18が介在させた状態でこれらを積層した後、接着剤を用いて一体的に接着した。

【0051】このようにして製作した圧電トランス10₂は、全体の外形がφ16mm、厚さは1mmであり、この圧電トランス10₂を円板の径方向広がり振動で駆動したときの共振周波数は約14.5kHzである。

【0052】次に、この実施形態2の圧電トランス10₂の特性を調べるために、実施形態1の場合と同様の実験を行った。

【0053】その結果、破壊強度は実施形態1の場合と同様に50Wの印加時にも破壊は見られず、耐電力が約2.5倍以上になっていることが確認できた。

【0054】次に、この実施形態2の圧電トランス10₂において、その出力電極17a、17b間に10kΩの負荷抵抗をつけた時の効率および昇圧比の周波数特性を図4に示す。図4で実線で示す曲線が効率を示し、破線の曲線が昇圧比を示している。図4から分かるように、共振周波数が14.5kHzの時、効率95%、昇圧比は19.7倍であった。

【0055】なお、この実施形態2において、駆動部11₁、発電部14₂および絶縁層18に使用する圧電体として、PZT系のセラミックを用いたが、圧電性を持つ物質、例えばLiNO₃等の圧電体単結晶でも同様の効果が得られる。また、この実施形態2においては、駆動部11₁は厚み方向に、発電部14₂は径方向にそれぞれ分極しているが、これとは逆に、駆動部11₁を径方向に、発電部14₂を厚み方向にそれぞれ分極した構成としても同じ効果が得られる。また、圧電トランス10₂を昇圧用として使用しているが、降圧を目的として設計してもよい。

【0056】(実施の形態3)図5は本発明の実施形態3に係る圧電トランスの斜視図であり、図3に示した実施形態2における圧電トランス10₂と対応する部分については、同一の符号を付す。

【0057】この実施形態3の圧電トランス10₃は、昇圧用のもので、駆動部11₂と発電部14₂とを有し、両者11₂、14₂が絶縁層18を介して上下に重ね合わされて一体的に接合されている。しかも、この実施形態3では、駆動部11₂、絶縁層18、および発電部14₂の中央がいずれも円形の同軸状に打ち抜いて上下に貫通する貫通孔20が形成されている。

【0058】したがって、発電部14₂は、実施形態2の場合と同様な構成となっており、リング状の圧電体15の内周面と外周面とにそれぞれ出力電極となる電極17a、17bが形成されている。

【0059】一方、駆動部11₂は、圧電体21と電極19a、19bとが交互に積層された構造となっており、さらに、一方の電極19aは一層おきに圧電体21の内周面側で互いに接続され、また、他方の電極19bは一層おきに圧電体21の外周面側で互いに接続されている。そして、各電極19a、19bが入力電極とされる。

【0060】この実施形態3の場合も、図5および図6に示すように、駆動部11₂の圧電体12は厚み方向に、発電部14₂の圧電体15は径方向にそれぞれ分極されている。特に、駆動部11₂については、電極19a、19bを介して隣接する圧電体同士が互いに逆向きに分極されている。図5および図6中の矢印は各分極軸の方向を表している。

【0061】この実施形態の圧電トランス10₃を製作するには、具体的には、たとえば次の手順により行う。

【0062】まず、グリーンシートをドクターブレード法により作成する。次に、駆動部11₂となるべき部分については、グリーンシートにスクリーン印刷法を用いて銀・パラジウムペーストを印刷して電極を形成する。そして、電極付きのグリーンシートを5つ積層する。その上にさらに絶縁層18および発電部14₂となるべきグリーンシートを順次積層して圧着した。

【0063】圧着後、これらを同時に円形状に打ち抜き、さらに中央部にφ3mmの穴を設けた後に焼結した。

【0064】焼結後に研磨を行い、次に、駆動部11₂の内周面に銀焼き付を施して積層された電極に接続して一方の入力電極19aとし、同様に、外周面に銀焼き付けを施して積層された電極に接続して他方の入力電極19bとした。

【0065】また、発電部14₂については、焼結して得られる圧電体15の内周面と外周面とに銀焼き付けを施してそれぞれ出力電極17a、17bを形成した。

【0066】各電極の形成後、駆動部11₂および発電部14₂をそれぞれ厚み方向、径方向に分極した。

【0067】このようにして製作した圧電トランス10

3は、全体の外形がφ16mm、厚さは1.2mmとなる。そして、この圧電トランス103を円板の径方向広がり振動で駆動したときの共振周波数は約14.5kHzである。

【0068】次に、この実施形態3の圧電トランス103の特性を調べるために、実施形態1の場合と同様の実験を行った。

【0069】その結果、破壊強度は実施形態1の場合と同様に50Wの印加時にも破壊は見られず、耐電力が約2.5倍以上になっていることが確認できた。

【0070】次に、この実施形態3の圧電トランス103において、その出力電極17a、17b間に10kΩの負荷抵抗をつけた時の効率および昇圧比の周波数特性を図7に示す。図7で実線で示す曲線が効率を示し、破線の曲線が昇圧比を示している。図7から分かるように、共振周波数が13.5kHzの時、効率94%、昇圧比は91.2倍であった。このような大きな昇圧比が得られるのは、駆動部112を5層構造としているので、入出力部のインピーダンスの差が大きくなるためと考えられる。

【0071】なお、上述した各実施形態1～3において、駆動部111、112および発電部141、142の形状は、実質的に円筒状やリング状のものであったが、本発明は、これに限る物ではなく、例えば、外周面が多角形でもよく、また、内周面も多角形であってもよい。その場合、効果に定量的な差はあるものの、従来の圧電トランスに比較して破壊強度に対する安全率を向上させることができる。

【0072】

【発明の効果】本発明によれば、次の効果を奏する。

【0073】(1) 請求項1の発明では、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる。

【0074】(2) 請求項2の発明では、駆動部と発電部を電氣的に分離でき、駆動部と発電部とを異なる電位で作動することができる。

【0075】(3) 請求項3の発明では、振動モードが均一になり、効率のよい圧電トランスを提供できる。ま

た、切断による加工が容易となり、生産性が向上する。

【0076】(4) 請求項4の発明では、圧電定数が大きく、安価な圧電トランスと提供することができる。

【0077】(5) 請求項5の発明では、圧電特性や強度特性はよいが、焼結温度が高く、グリーンシートの積層法が使えない圧電材料においても圧電トランスが製造でき、電極材料などの制限が緩和される。

【0078】(6) 請求項6の発明では、駆動部または発電部の積層が容易になり、一体に焼結できるため、製造が容易になる。

【0079】(7) 請求項7の発明では、高い結合係数を利用でき、昇圧比を向上できる。また、破壊強度に対する安全率を増加させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1における圧電トランスの外観を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1における圧電トランスの効率・昇圧比の周波数特性図である。

【図3】本発明の実施の形態2における圧電トランスの外観を示す斜視図である。

【図4】本発明の実施形態2における圧電トランスの効率・昇圧比の周波数特性図である。

【図5】本発明の実施形態3における圧電トランスの外観を示す斜視図である。

【図6】本発明の実施形態3における圧電トランスの断面図である。

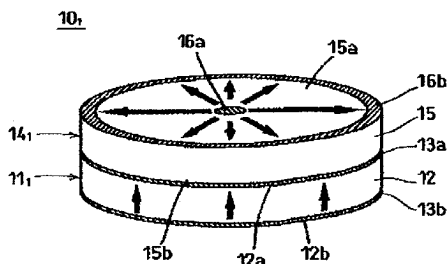
【図7】本発明の実施形態3における圧電トランスの効率・昇圧比の周波数特性図である。

【図8】従来型のローゼン型圧電トランスの外観を示す斜視図である。

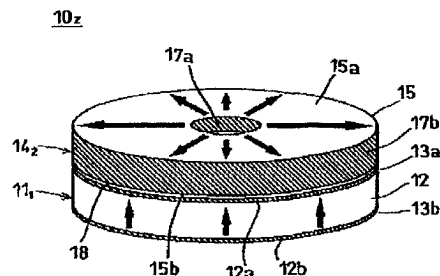
【符号の説明】

101、102、103…圧電トランス、111、112…駆動部、141、142…発電部、12、15、21…圧電体、12a、12b、15a、15b…主表面、13a、13b、16a、16b、17a、17b、19a、19b…電極、18…絶縁層。

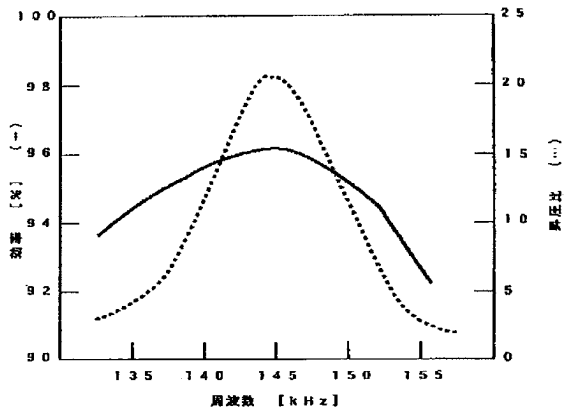
【図1】



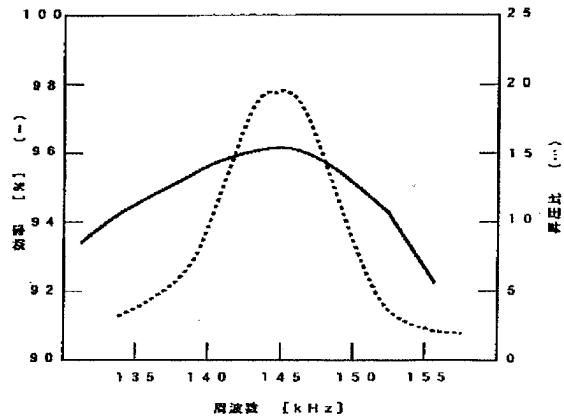
【図3】



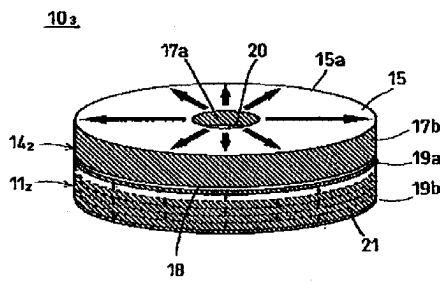
【図2】



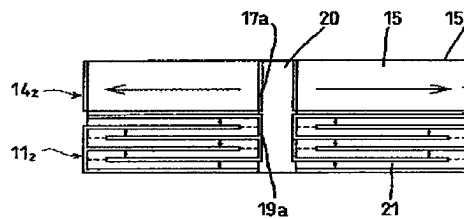
【図4】



【図5】

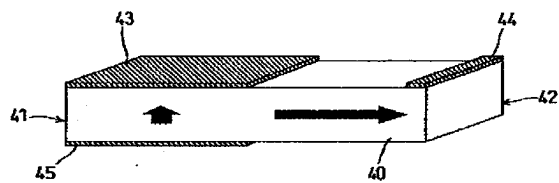
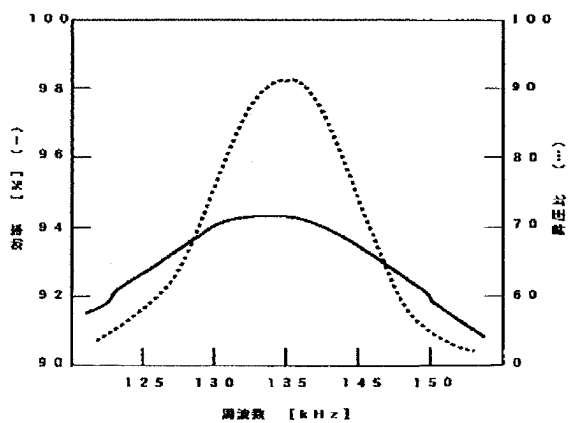


【図6】



【図8】

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 中塚 宏
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 十河 寛
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 長谷 裕之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内